

Analyse des
concentrations en
plomb et en cadmium
dans les cernes de
croissance des arbres
en centre-ville de
Rouyn-Noranda

Elsa Dejoie
Colloque du CEF
—◇—
3 mai 2024



**Chaire
Dendro-eco**



Centre d'étude de la forêt

UQAT

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE



*Fonds de recherche
Nature et
technologies*

Québec

Contexte

Rouyn-Noranda



1911

- Découverte d'un gisement de cuivre

1922

- Ouverture Noranda Mines Limited

1927

- Ouverture de la fonderie Horne



Contexte

La fonderie Horne



1911

- Découverte d'un gisement de cuivre

1922

- Ouverture Noranda Mines Limited

1927

- Ouverture de la fonderie Horne

1976

- Fermeture de la mine de cuivre à Rouyn-Noranda

1984

- La fonderie se spécialise dans le recyclage de matériaux électroniques

1989

- Usine de traitement des déchets sulfurés



Contexte

La fonderie Horne

Dans les médias



Radio-Canada, (automne 2022)

ACCUEIL | INFO | ENVIRONNEMENT | FAUNE ET FLORE
SUREXPOSITION À L'ARSENIC À ROUYN-NORANDA

La Fonderie Horne contamine la faune et la flore à plus de 50 km de Rouyn-Noranda

TVA TVA Nouvelles

ACTUALITES | ÉMISSIONS DE LA FONDERIE HORNE, DES

Émissions de la Fonderie Horne: des projets transitoires qui semblent porter leurs fruits

La moyenne d'arsenic rejeté dans l'air ambiant de Rouyn-Noranda par la Fonderie Horne se situe à 45 ng/m³ pour la dernière année, selon des données relevées entre mars 2023 et 2024 par son propriétaire Glencore.

Agence QMI | Publié le 25 avril 2024 à 13 h 44

Québec : Rouyn Noranda, la vie au grand air pollué à l'arsenic

Mardi 1 août 2023

ÉCOUTER (4 MIN)

france
inter

FranceInter (média étranger)



Contexte

Pollution atmosphérique aux métaux lourds en 2021

Polluant	Concentration annuelle moyenne	Normes*
Arsenic	100 ng/m ³	3 ng/m ³
Plomb	600 ng/m ³	100 ng/m ³
Cadmium	15 ng/m ³	3,6 ng/m ³

Contexte

Pollution atmosphérique aux métaux lourds en 2021

Polluant	Concentration annuelle moyenne	Normes*
Arsenic	100 ng/m ³	3 ng/m ³
Plomb	600 ng/m ³	100 ng/m ³
Cadmium	15 ng/m ³	3,6 ng/m ³

Autorisation ministérielle de Glencore pour la Fonderie Horne (2023-2028)

Contexte

Pollution atmosphérique aux métaux lourds en 2021

Polluant	Concentration annuelle moyenne	Normes*
Arsenic	100 ng/m ³	3 ng/m ³
Plomb	600 ng/m ³	100 ng/m ³
Cadmium	15 ng/m ³	3,6 ng/m ³

Effets sur les plantes

Perturbation de l'absorption des nutriments
Stress oxydatif

Domage au niveau transcriptomique et enzymatique

Altération de la photosynthèse

Réduction de la biomasse et du développement des plantes

Question de recherche

Pouvons-nous cartographier la répartition spatiale des métaux lourds bioaccumulés dans les arbres de la ville de Rouyn-Noranda ?



Hypothèses



Distance à la fonderie

Plus on s'éloigne de la fonderie, moins la concentration des métaux lourds devrait être élevée



Position par rapport à l'axe des vents dominants

Les arbres dans l'axe des vents dominants pourraient être plus exposés à la pollution

Hypothèses



Distance à la fonderie

Plus on s'éloigne de la fonderie, moins la concentration des métaux lourds devrait être élevée



Effets différents en fonction des espèces

Les espèces peuvent présenter des niveaux de bioaccumulation différents



Position par rapport à l'axe des vents dominants

Les arbres dans l'axe des vents dominants pourraient être plus exposés à la pollution

Méthode

Science participative : appel à la participation de la population



Appel à la participation via les médias (Radio Canada)



Message sur Facebook, partagé plus de 95 fois

→ Rayon de 5 km autour de la fonderie

→ Conifères adultes en bonne santé

Chaire de recherche du Canada en dendroécologie et en dendroclimatologie
21 avril 2023 · 🌍

Qu'est ce que c'est ?

Campagne d'échantillonnage de carottes d'arbres

Non destructif et non dangereux

Carotte d'arbre

Espèces recherchées : arbres matures épinette, pin, sapin mais d'autres espèces

Dans quel but ?

Quantifier la concentration actuelle des métaux lourds dans les arbres

Comprendre la dispersion des métaux lourds dans la ville

Produire une carte de déposition des métaux lourds

Contactez-nous !!!

Si vous êtes intéressés pour participer et si vous avez sur votre terrain un arbre avec du potentiel pour le projet

Elsa.Dricome@uqat.ca
Fabio.Gennaretti@uqat.ca

THANK

Elsa Dejoie
20 avril 2023 · 🌍

[Message à l'attention des habitants de Rouyn-Noranda]

Bonjour à tous 🌞,

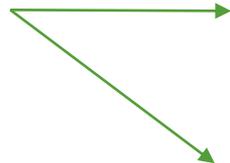
Comme vous l'avez peut-être entendu à la radio, je suis en doctorat à l'UQAT en écolog...
[En voir plus](#)

Méthode

Science participative : appel à la participation de la population



65 arbres → jardins privés



32 sélectionnés

33 non sélectionnés
(feuillus, localisation)

Méthode

Science participative : appel à la participation de la population



19 arbres → zones publiques

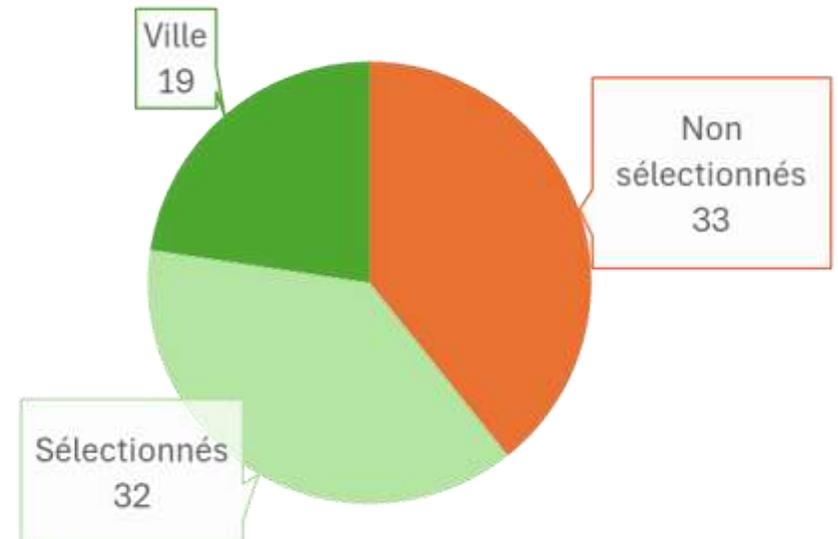


65 arbres → jardins privés

51 arbres
sélectionnés

32 sélectionnés

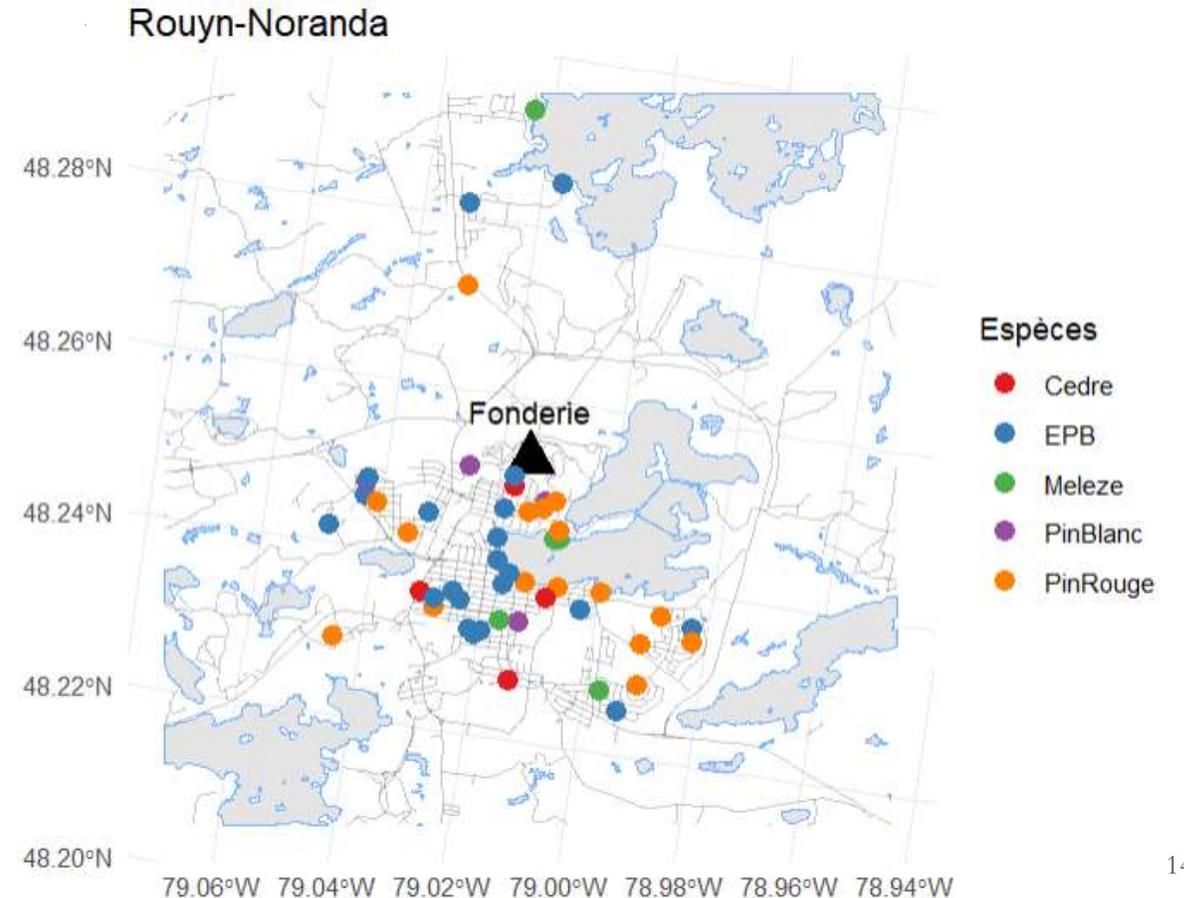
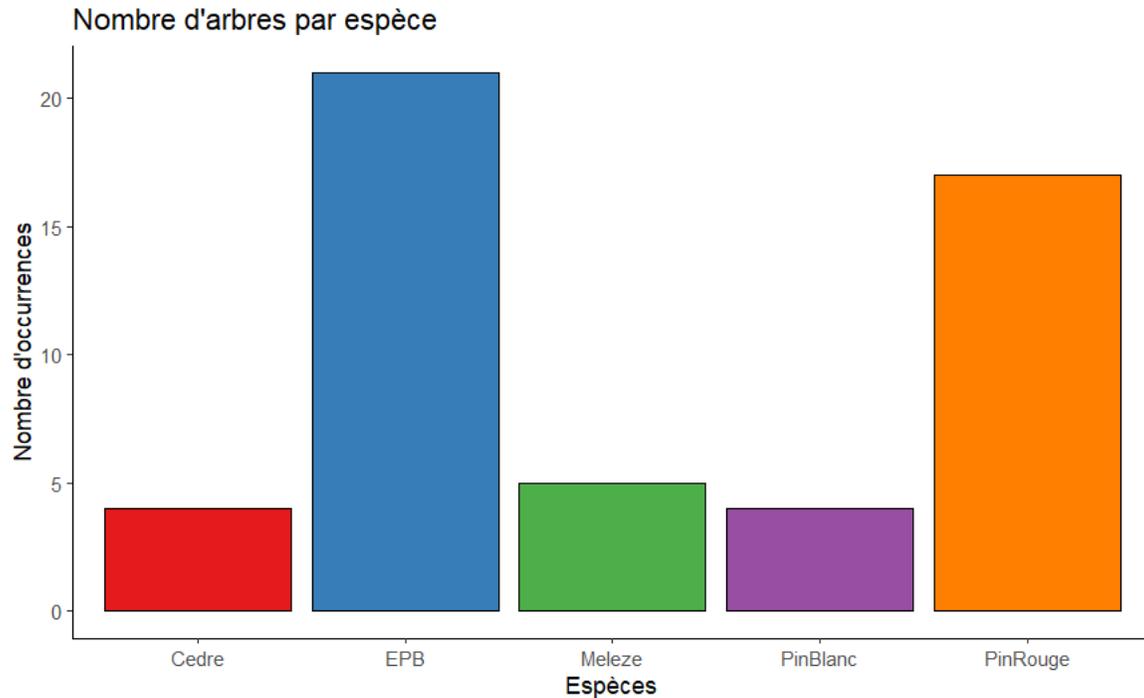
33 non sélectionnés
(feuillus, localisation)



Méthode

Science participative : appel à la participation de la population

Répartition des arbres en fonction des espèces



Méthode

Echantillonnage



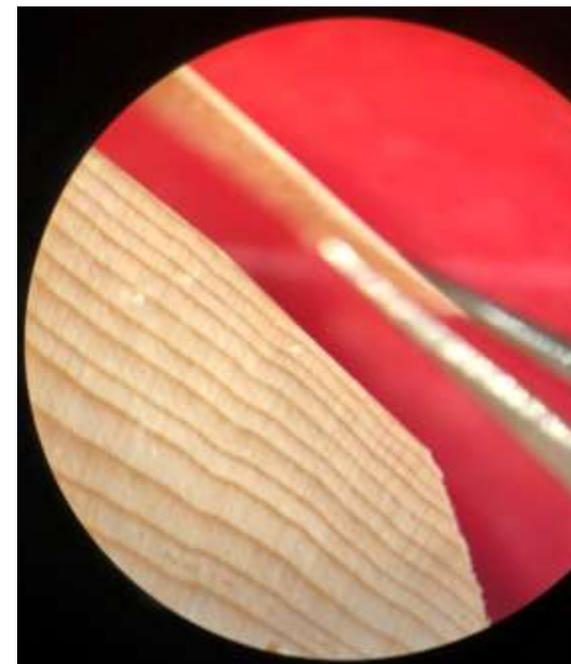
Carotte d'arbre avec une sonde de Pressler (Ø 1,2 cm)



Carotte prélevée



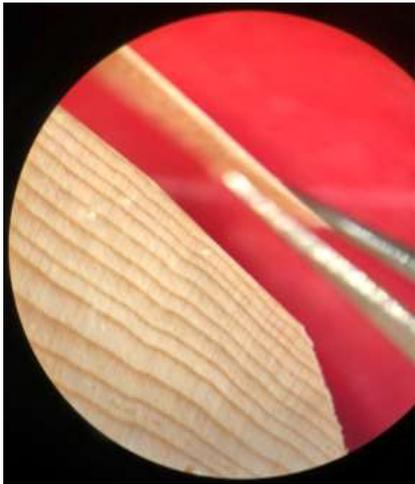
Séchage à l'étuve



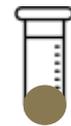
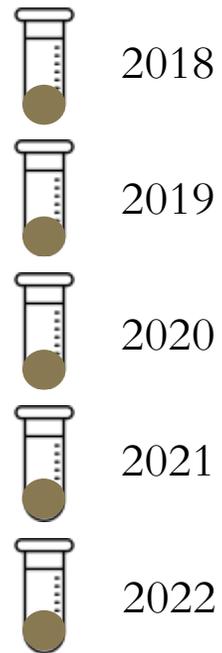
Découpage avec lame de rasoir

Méthode

Préparation et analyse des échantillons



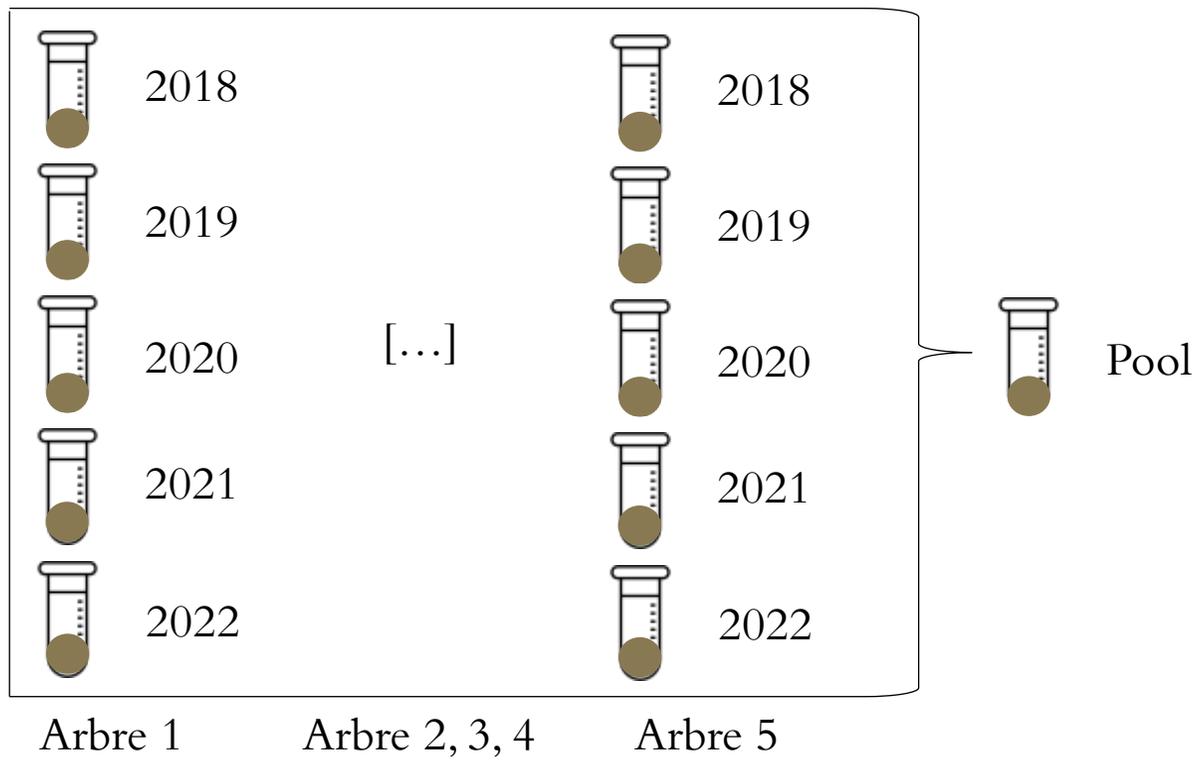
Coupe des
cernes



Pool



Spectromètre de masse (ICP-MS)
(analyse faite à l'INRS, Québec)



Statistiques

Choix du modèle

$\log_{10}\text{Cd}$
 $\log_{10}\text{Pb}$

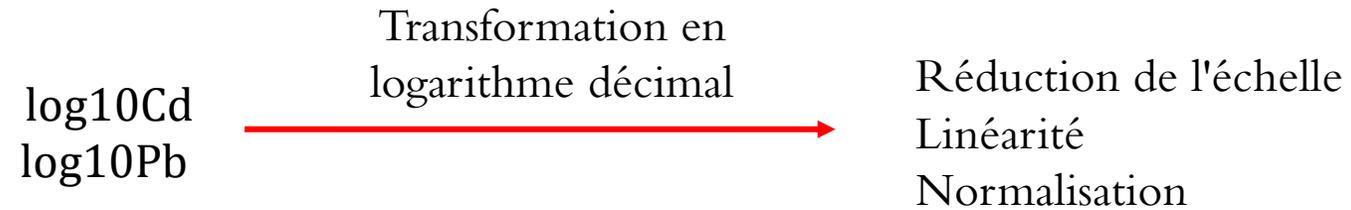
Transformation en
logarithme décimal



Réduction de l'échelle
Linéarité
Normalisation

Statistiques

Choix du modèle



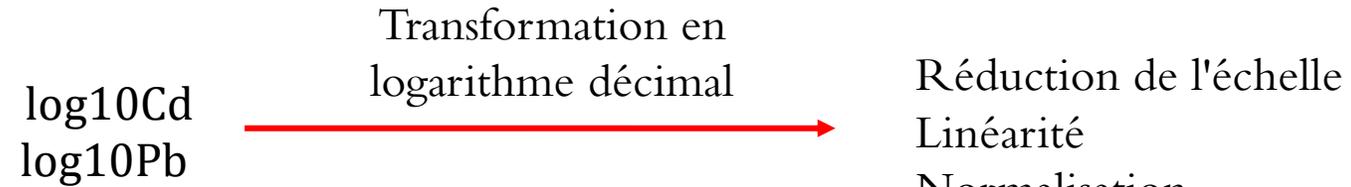
Test de toutes les combinaisons de variables explicatives :

- 1 variable
- 2 variables
- Toutes ensembles
- Avec interaction

Distance
Vent
Espèce

Statistiques

Choix du modèle



Test de toutes les combinaisons de variables explicatives :

- 1 variable
- 2 variables
- Toutes ensembles
- Avec interaction

Distance
Vent
Espèce

log10Cd ~ Distance + Vent + Distance: Vent + Espèce
log10Pb ~ Distance + Vent + Distance: Vent + Espèce

Résultats

Effets du vent et de la distance

AICcWt : évalue le pouvoir prédictif du modèle

Cadmium

Modèle	AICcWt
Espèce	0,48
Espèce + Distance	0,27
Espèce + Vent	0,13
Sans interaction	0,9
Complet	0,02

Les autres modèles ont un poids négligeable

Résultats

Effets du vent et de la distance

AICcWt : évalue le pouvoir prédictif du modèle

Cadmium

Modèle	AICcWt
Espèce	0,48
Espèce + Distance	0,27
Espèce + Vent	0,13
Sans interaction	0,9
Complet	0,02

Les autres modèles ont un poids négligeable

Plomb

Modèle	AICcWt
Espèce	0,55
Espèce + Distance	0,23
Espèce + Vent	0,14
Sans interaction	0,06
Complet	0,01

Les autres modèles ont un poids négligeable

Discussion

Effets du vent et de la distance

Distance

Peut-être trop proches de la fonderie (5 km)

Décontamination possible des sols

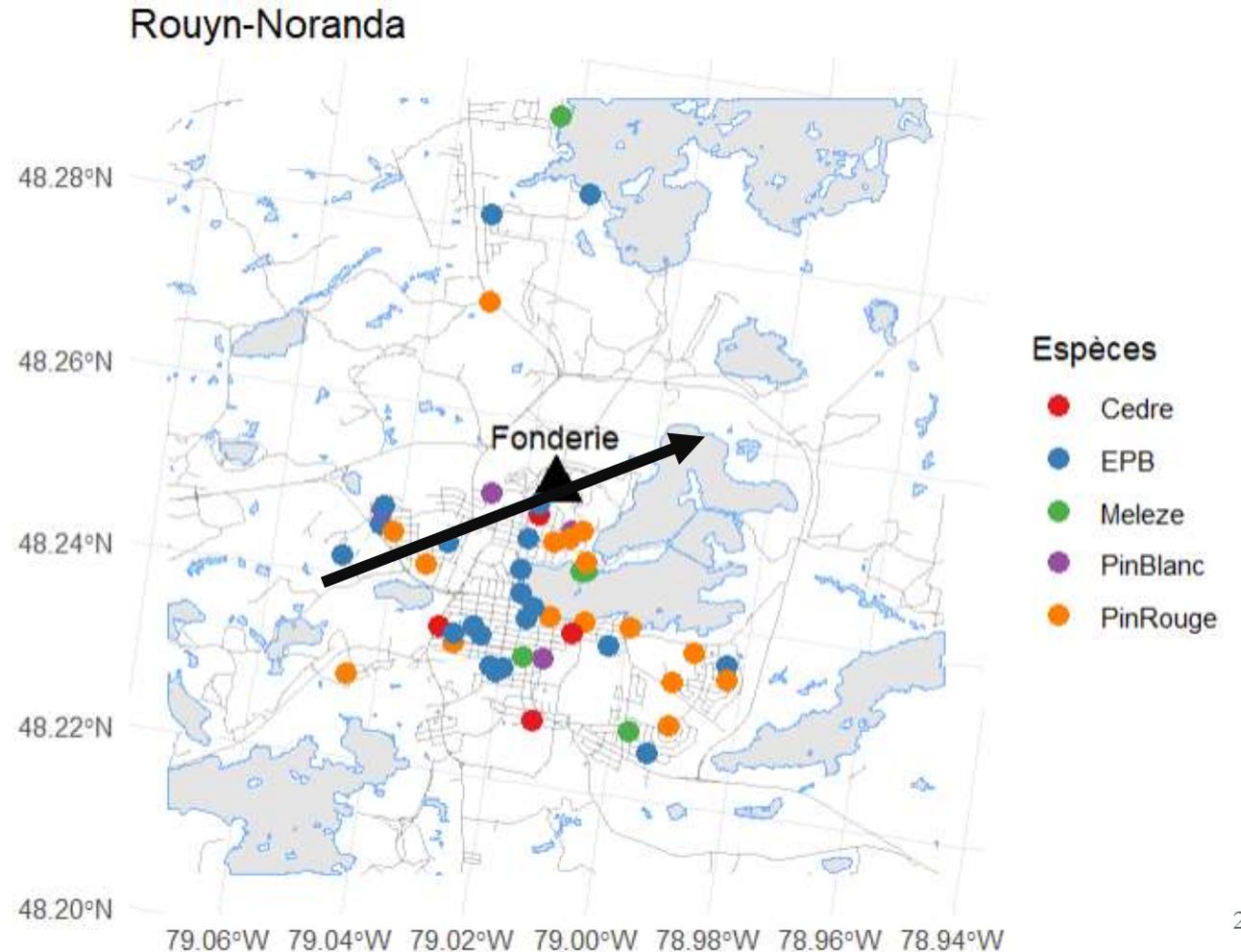
Discussion

Effets du vent et de la distance

Distance

Peut-être trop proches de la fonderie (5 km)
Décontamination possible des sols

Vents



Discussion

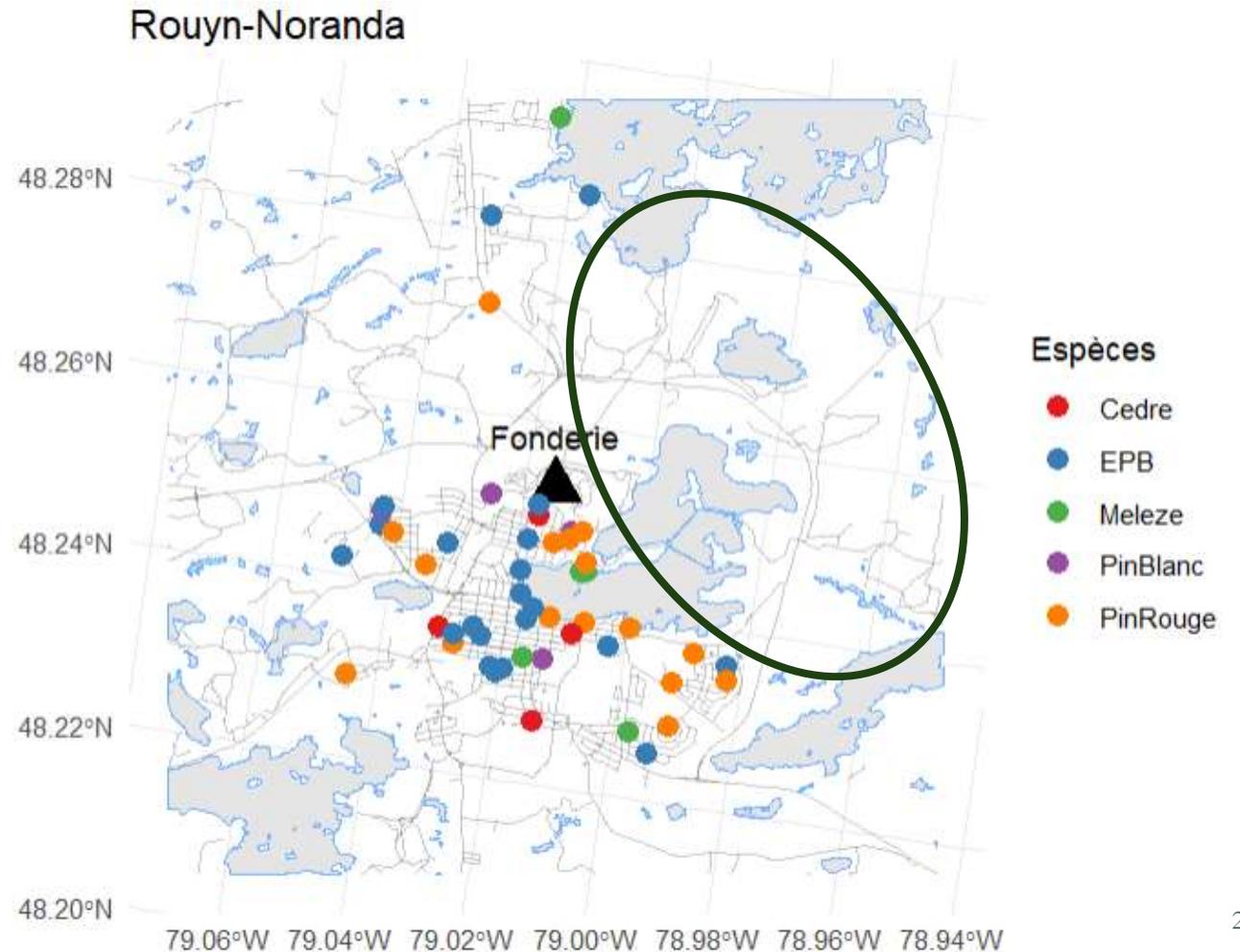
Effets du vent et de la distance

Distance

Peut-être trop proches de la fonderie (5 km)
Décontamination possible des sols

Vents

Contraintes expérimentales



Résultats

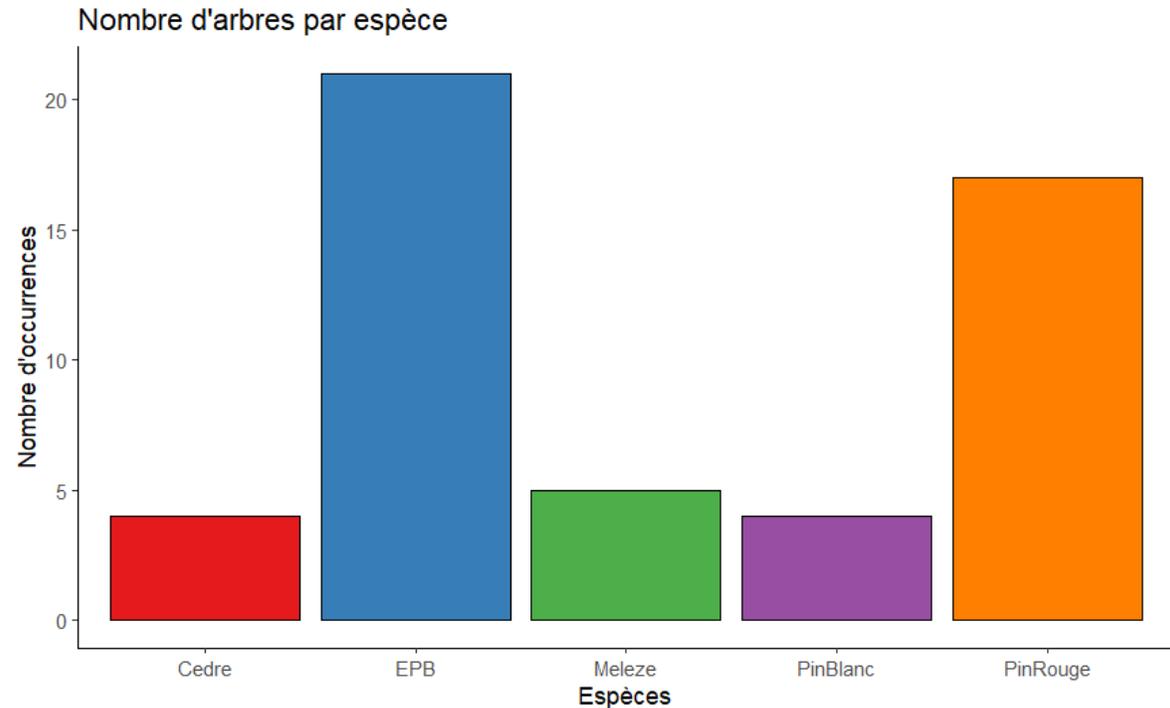
Différence entre les espèces

Modèle final :

$\log_{10}Cd \sim \text{Espèce}$
 $\log_{10}Pb \sim \text{Espèce}$

Kruskal-Wallis
Test de Dunn

→ Hétérogénéité de l'échantillonnage

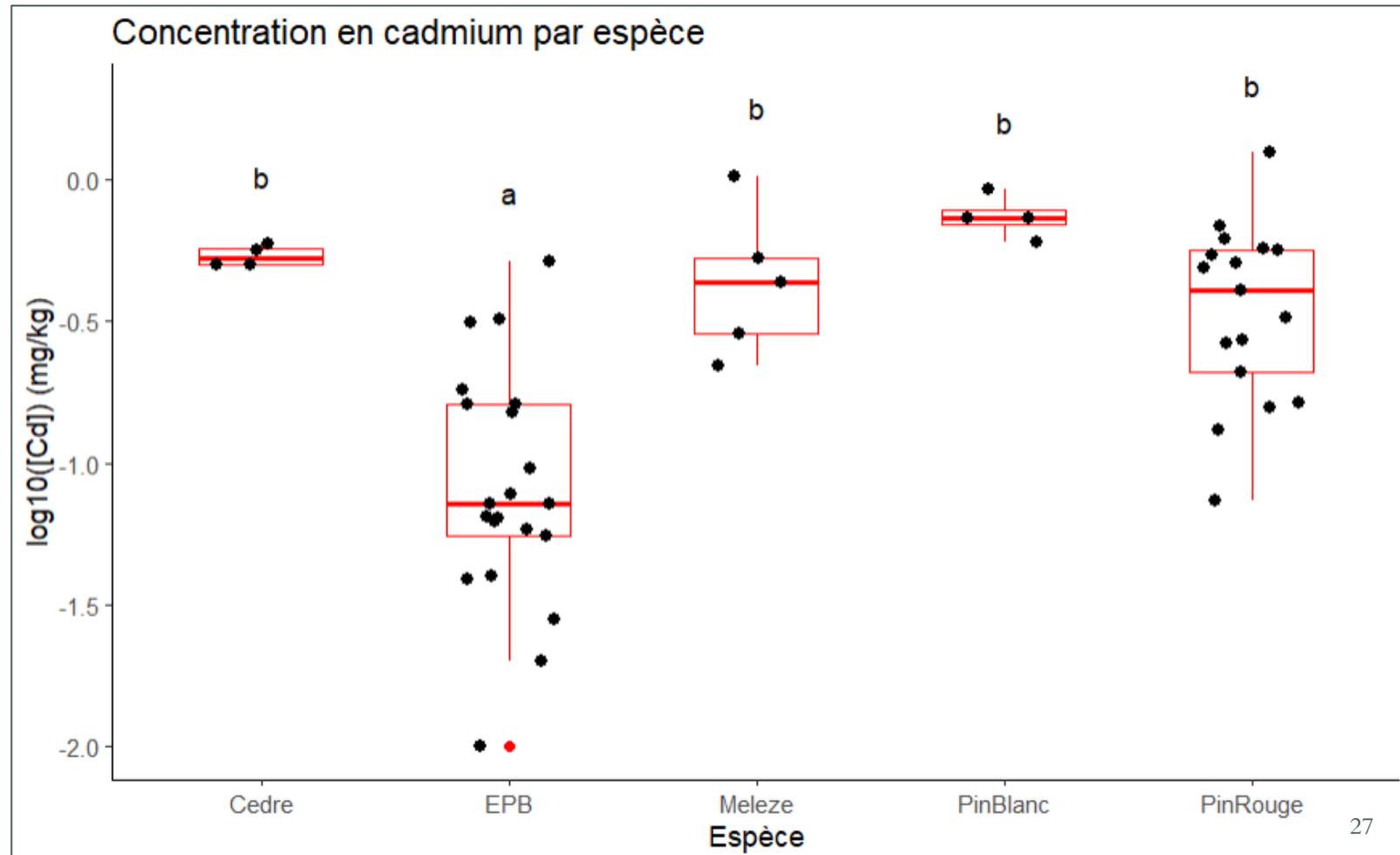


Résultats

Différence entre les espèces

48
Cd

Épinette blanche moins
concentrée en cadmium



Résultats

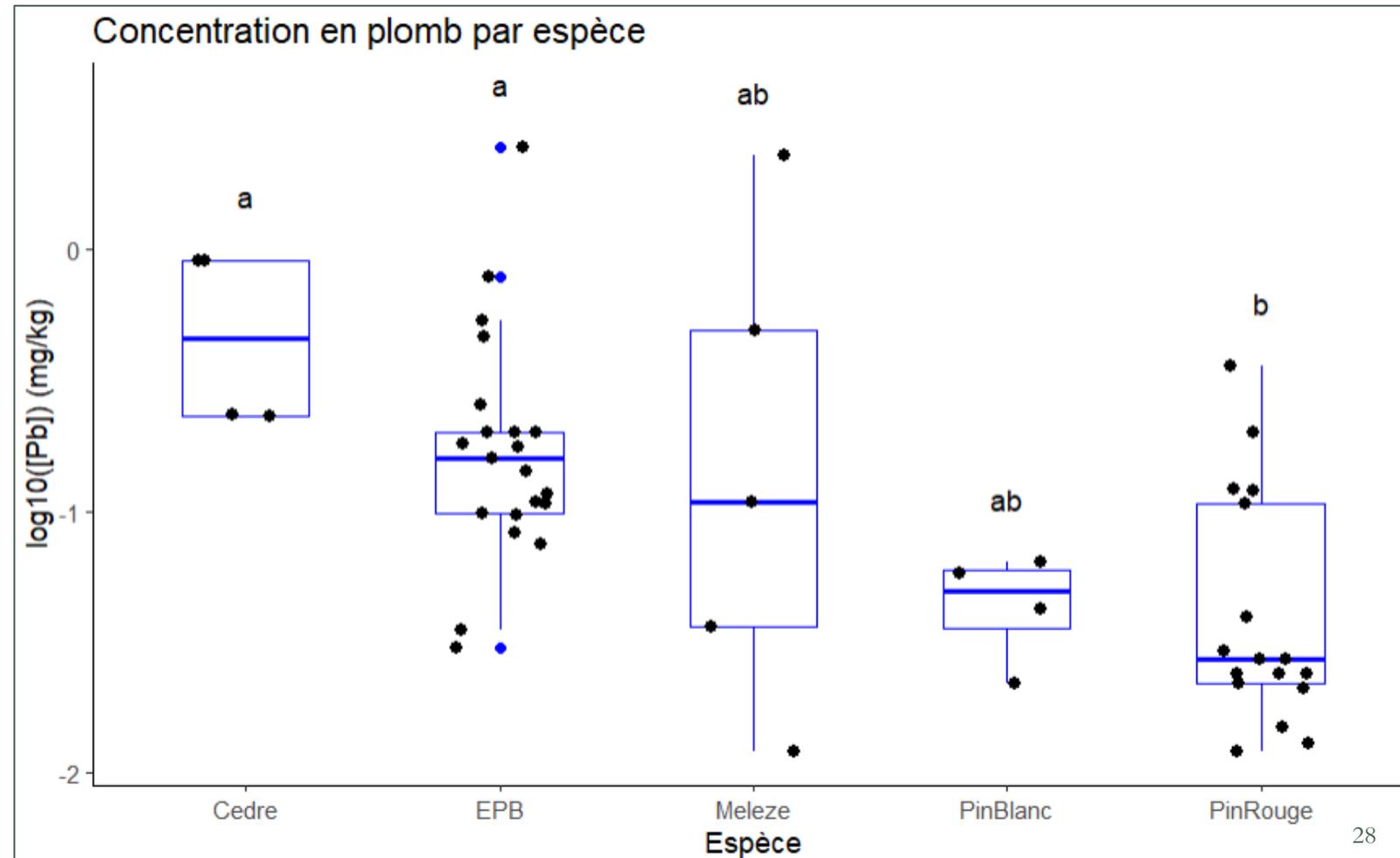
Différence entre les espèces

48
Cd

Épinette blanche moins concentrée en cadmium

82 :
Pb

Cèdre et épinette plus pollués que le pin rouge
Mélèze et pin blanc ne présentent pas de différence



Discussion

Effet spatial

Trop proche de la fonderie pour voir des effets de la distance et de l'orientation par rapport à l'axe des vents

Autres paramètres du sol (pH, composition, espace,...)



Discussion

Effet spatial

Trop proche de la fonderie pour voir des effets de la distance et de l'orientation par rapport à l'axe des vents
Autres paramètres du sol (pH, composition, espace,...)

Effet espèces

Epinette et pin rouge se distinguent
Cd → pin
Pb → épinette



Prochaines étapes

Sélection d'arbres témoins à Amos

Etude temporelle : comparaison Présent/Passé (2000 et 1990)

Etude à plus grande échelle : 50km autour de la fonderie

MERCI DE
VOTRE
ATTENTION



**Chaire
Dendro-eco**



Centre d'étude de la forêt

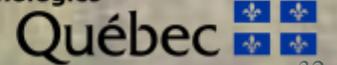


UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE



UNE COMPAGNIE GLENCORE

Fonds de recherche
Nature et
technologies



Références

- Boisvert R, Yin X, Fenton NJ** (2021) Offsite effects of mining on the frequency and abundance of five understory plant species in western Québec (Canada). *Botany* **99**: 449–455
- Cikak A, Mihál I, Kulfan J, V Š, Zach P, Krištín A** (1999) Health state of forest tree species and selected groups of fungi and animals in surroundings of magnesium factory (Central Slovakia). *Ekologia* **18**: 211–222
- Dinis L, Bégin C, Savard MM, Parent M** (2021) Impacts of smelter atmospheric emissions on forest nutrient cycles: Evidence from soils and tree rings. *Sci Total Environ* **751**: 141427
- Dumontet S, Lévesque M, Mathur SP** (1990) Limited downward migration of pollutant metals (Cu, Zn, Ni, and Pb) in acidic virgin peat soils near a smelter. *Water Air Soil Pollut* **49**: 329–342
- Freedman B, Hutchinson TC** (1980) Effects of smelter pollutants on forest leaf litter decomposition near a nickel–copper smelter at Sudbury, Ontario. *Can J Bot* **58**: 1722–1736
- Gouvernement du Canada** (2021) Recherche en ligne des données de l’Inventaire national des rejets de polluants - Canada.ca. <https://pollution-dechets.canada.ca/inventaire-national-rejets/2021/3623/13506>
- Lukina N, Nikonov V** (1995) Acidity of podzolic soils subjected to sulphur pollution near a Cu-Ni smelter at the Kola Peninsula. *Water Air Soil Pollut* **85**: 1057–1062
- Maxwell CD** (1991) Floristic changes in soil algae and cyanobacteria in reclaimed metal-contaminated land at Sudbury, Canada. *Water Air Soil Pollut* **60**: 381–393
- Pajares S, Bohannan BJM** (2016) Ecology of Nitrogen Fixing, Nitrifying, and Denitrifying Microorganisms in Tropical Forest Soils. *Front. Microbiol.* **7**:
- Tobor-Kaplon MA, Bloem J, Römken PFAM, de Ruiter PC** (2006) Functional Stability of Microbial Communities in Contaminated Soils Near a Zinc Smelter (Budel, The Netherlands). *Ecotoxicology* **15**: 187–197
- Wickham J, Wood PB, Nicholson MC, Jenkins W, Druckenbrod D, Suter GW, Strager MP, Mazzarella C, Galloway W, Amos J** (2013) The Overlooked Terrestrial Impacts of Mountaintop Mining. *BioScience* **63**: 335–348
- Zhang M, Zhang T, Zhou L, Lou W, Zeng W, Liu T, Yin H, Liu H, Liu X, Mathivanan K, et al** (2022) Soil microbial community assembly model in response to heavy metal pollution. *Environ Res* **213**: 113576

Références

(ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2015). Toxicity assessment due to sub-chronic exposure to individual and mixtures of four toxic heavy metals. Journal of Hazardous Materials 294 : 109-120

(ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2012. Toxicological profile for Cadmium. Atlanta, GA : U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=48&tid=15>

(ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007a. Toxicological Profile for Arsenic (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=19&tid=3>

(ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007 b. Toxicological profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=96&tid=22>

(ATSDR) Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Interaction Profile for : Arsenic, Cadmium, Chromium and Lead. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA.